

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08293111

(43)Date of publication of application: 05.11.1996

(51)Int.CI.

G11B 5/60  
G11B 21/21

(21)Application number: 07132169

(71)Applicant: HATAMURA YOTARO

(22)Date of filing: 30.05.1995

(72)Inventor: HATAMURA YOTARO

NAKAO MASAYUKI

(30)Priority

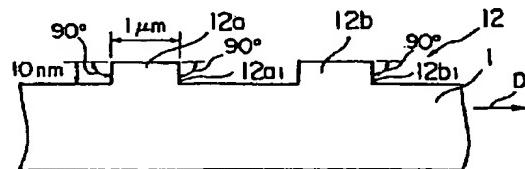
Priority number: 07 33819 Priority date: 22.02.1995 Priority country: JP

## (54) MICROPROJECTION ON SLIDING SURFACE OF SLIDING BODY AND ITS FORMATION

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the microprojections on the sliding surface of a sliding body capable of preventing the bite of foreign matter and the sticking of two sliding surfaces and a method for formation of these microprojections.

**CONSTITUTION:** The projections 12a, 12b are formed on the front surface 12 of a magnetic disk substrate 1. The surfaces 12a1, 12b1 of the respective projections 12a, 12b facing the relative moving direction D of this substrate 1 are formed at an angle of 90° with the peak surfaces (substantially sliding surfaces) of the projections. Magnetic films and protective film layers are formed along the projections 12a, 12b. The meniscus of the liquid existing between the front surface of the magnetic disk and the slider on the magnetic head side is made smaller by setting the angle of the surfaces 12a1, 12b1 at 90°, by which the sticking is prevented and the bite of the foreign matter into clearances is prevented. The increase in friction is thus prevented.



(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-293111

(43) 公開日 平成8年(1996)11月5日

(51) Int. C1.<sup>6</sup>

G 11 B 5/60  
21/21

識別記号 庁内整理番号

101

F I

G 11 B 5/60  
21/21 101 P  
101 L

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 1

OL

(全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-132169

(22) 出願日 平成7年(1995)5月30日

(31) 優先権主張番号 特願平7-33819

(32) 優先日 平7(1995)2月22日

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 591037719

畠村 洋太郎

東京都文京区小日向2丁目12番11号

(72) 発明者 畠村 洋太郎

東京都文京区小日向2-12-11

(72) 発明者 中尾 政之

千葉県松戸市新松戸5-1-C-908

(74) 代理人 弁理士 武 顯次郎 (外1名)

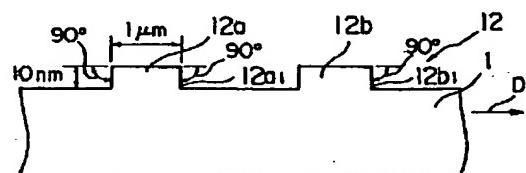
## (54) 【発明の名称】 摺動体の摺動面微小突起およびその形成方法

### (57) 【要約】

【目的】 異物の噛み込みを防止でき、かつ、2つの摺動面のスティッキングを防止することができる摺動体の摺動面微小突起およびその形成方法を提供する。

【構成】 磁気ディスクの基板1の上面12に突起12a、12bが形成される。この基板1の相対的移動方向Dに対向する各突起12a、12bの面12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>は突起の頂面(実質的に摺動面)に対して90度の角度に形成される。突起12a、12bに沿って磁性膜および保護膜層が付される。面12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>の角度を90度とすることにより、磁気ディスクの表面と磁気ヘッド側のスライダとの間に存在する液体のメニスカスを小さくしてスティッキングを防止し、又、異物がすきまに噛み込むのを防ぎ摩擦の増大を防止することができる。

【図 1】



1 : 基板 12a, 12b : 突起  
12 : 上面 12a<sub>1</sub>, 12b<sub>1</sub> : 面

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに摺動する摺動体の一方又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起において、前記摺動体の相対的移動方向に対向する前記各突起の面を摺動面に対して80～110度のうちの選定した角度に形成したことを特徴とする摺動体の摺動面微小突起。

【請求項2】 互いに摺動する摺動体の一方の又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起の形成方法において、前記摺動面又はこの摺動面を形成するための基板の面に、これに垂直にマスクを介して高速中性粒子線を照射することを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項3】 請求項2において、前記マスクは、前記摺動面又は前記基板の面に散布された微小物体であることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項4】 請求項3において、前記微小物体は、微粉末であることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項5】 請求項2において、前記マスクは、前記摺動面又は前記基板の面に接触又は接近して配置された多数のワイヤ又は柱状体であることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項6】 請求項4において、前記多数のワイヤ又は柱状体は、互いに並列に配置されていることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項7】 請求項4において、前記多数のワイヤ又は柱状体は、マトリックス状に配置されていることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項8】 請求項2において、前記マスクは、前記摺動面又は前記基板の面に接触又は接近して配置され、所定パターンの穴が形成された板体であることを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項9】 互いに摺動する摺動体の一方又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起の形成方法において、前記摺動面に微粉末を散布し、高速中性粒子線を、前記摺動面に垂直な軸に対して傾け、かつ、当該軸まわりにすりこぎ状に回転させながら前記摺動面に照射することを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項10】 互いに摺動する摺動体の一方又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起の形成方法において、前記摺動面に高速中性粒子線でエッティングされ易い微粉末を散布し、その上から当該高速中性粒子線を、前記摺動面に垂直な軸に対して傾け、かつ、当該軸まわりにすりこぎ状に回転させながら前記摺動面に照射したことを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

【請求項11】 互いに摺動する摺動体の一方又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起の

形成方法において、前記摺動面又はこの摺動面を形成するための基板の面に、これに接触又は接近して配置された多数の平行なワイヤ又は柱状体を介して高速中性粒子線を垂直に照射し、当該ワイヤ又は柱状体を取り去った後に、当該ワイヤ又は柱状体の方向にほぼ直交又は斜交する多数の平行なワイヤ又は柱状体を配置して再び高速中性粒子線を照射することを特徴とする摺動体の摺動面微小突起の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスクと磁気ヘッドのスライダ等のように、互いに摺動する物体の摺動面上に形成される摺動体の摺動面微小突起およびその形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気ディスクと磁気ヘッドのスライダは互いに摺動しながら磁気的記録又は読み出しを行う。この場合、両者の相対速度で動圧が発生し、両者を離す作用が生じるが、大きな信号を得るために、前記の作用

20

に抗して両者をできるだけ近づけたい要望がある。小さな相対速度においても両者を衝突させずにこの要望を満足させるには、両者の摺動面を平滑にすればよいが、そうすると空気中に存在する水分のために両者間にスティッキング（吸着）が生じる。又、両者の摩擦を避けるため潤滑液を用いると、ますますスティッキングが生じ易くなる。スティッキングは面粗さ（突起高さ）が小さいほど、又、湿度が大きいほど、さらに、潤滑液が厚いほど生じ易い。このため、湿度、潤滑液が与えられると、上記要望を満足する程度に平滑で、スティッキングを防ぐ程度に粗いという摺動面が必要となる。従来、この相反する課題を解決するため、摺動面に10ナノメートル（nm）オーダーの微小な突起を形成する手段が採用されていた。これを図により説明する。

30

【0003】 図20は従来の手段により形成された摺動体の摺動面微小突起の断面図である。この図で、1はアルミニウム合金又はその上に成膜したニッケルメッキ膜或はガラスを用いて作られる磁気ディスクの基板を示す。この基板1は最初、上面2aが平滑面に形成され、その後、上面2aを粉末を含むテープや布でこすって研削することにより、当該上面2aを少しあらす。この結果、図示のように高さが10ナノメートルオーダーの多数の突起2a<sub>1</sub>、2a<sub>2</sub>、2a<sub>3</sub>が形成される。このようにして形成された凹凸上に磁性膜層、およびカーボン、SiO<sub>2</sub>、セラミクス等の保護膜層が当該凹凸形状のままで順に積層され、最終的には凹凸状となった保護膜層が摺動面となる。

40

【0004】 図21は従来の他の手段により形成された摺動体の摺動面微小突起の断面図である。この図で、1は図20に示すものと同じ磁気ディスクの基板を示す。この基板1はさきの場合と同じく、最初、上面2bが平

50

滑面に形成され、その後、スパッタや蒸着により、多数の突起 $2b_1$ 、 $2b_2$ 、 $2b_3$ を有する上面 $2b$ が形成され、その後磁性膜層および保護膜層が積層され、最終的には凹凸状となった保護膜層が摺動面となる。又、上面 $2b$ は平滑な基板上に積層された磁性膜層および保護膜層の平滑な保護膜層上面でもかまわず、同じ形成方法で形成した多数の突起 $2b_1$ 、 $2b_2$ 、 $2b_3$ を有する保護膜層が摺動面となる。

【0005】図22は従来のさらに他の手段により形成された摺動体の摺動面微小突起の断面図である。この図で、1は図20に示すものと同じ磁気ディスクの基板を示す。この基板1はさきの場合と同じく、最初、上面 $2c$ が平滑面に形成され、その後、ドライエッティング又はウエットエッティングにより凹面が形成され、これにより多数の突起 $2c_1$ 、 $2c_2$ 、 $2c_3$ を有する上面 $2c$ が形成され、その後磁性膜層および保護膜層が積層され、最終的には、凹凸状となった保護膜層が摺動面となる。これも上面 $2c$ は平滑な基板上に積層された磁性膜層および保護膜層の、平滑な保護膜層上面でもかまわず、同じ形成方法で形成した多数の突起 $2c_1$ 、 $2c_2$ 、 $2c_3$ を有する保護膜層が摺動面となる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の手段により形成された突起を有する磁気ディスクを実際に使用してみると、磁気ディスクと磁気ヘッドのスライダとの間に摩耗粉等の極く微小な異物の噛み込みが生じ、噛み込まれた異物がベタッと伸ばされて磁気ディスク又はスライダに付着し、これがその後の両者の円滑な摺動を妨げ、信号の授受に影響を与えるという現象が見出される。又、空気中の水分や潤滑液の厚みがディスク全面で均一ではないので、局所的には磁気ディスクとスライダとの間に、なおスティッキングが発生し、異常に大きい摩擦や、スティッキングが解放した後の自励振動（スティックスリップと称される）による塑性変形や異常摩擦が生じるという現象も見出される。

【0007】本発明の目的は、上記従来技術における課題を解決し、異物の噛み込みを防止することができ、かつ、2つの摺動面のスティッキングを防止することができる摺動体の摺動面微小突起およびその形成方法を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記異物の噛み込み、および2つの摺動面のスティッキングが生じる原因を種々考察した。その結果、それらの原因是、摺動体の相対的移動方向に対向する面の摺動面に対する傾きが小さいこと、および、それによりメニスカス（後述する）が大きくなっていることが原因であることを突き止めた。これを図により説明する。

【0009】図23は突起の断面図で、図23の(a)に示す突起 $2a_1$ 、図23の(b)に示す突起 $2b_1$ 、

図23に示す突起 $2c_1$ はそれぞれ図20、図21、図22に示す各突起である。3はスライダ面（もう一方の摺動面）、4は摺動面3と各突起との間の液体（空気中の水分又は潤滑剤）、Dは磁気ディスクの相対的移動方向を示す。Rは摺動面3と各突起との間の液体表面の曲率半径を示し、この曲率半径Rで形成される気液界面の曲面が上述のメニスカスを意味する。摺動面と突起と液体との関係をさらに図24に詳細に示す。

【0010】図24は突起の断面図である。この図では、突起として図23の(c)に示される突起 $2c_1$ が代表的に示されているが、他の突起も本質的には突起 $2c_1$ と同等である。3は摺動面、4は液体、Rは曲率半径、Dは相対的移動方向を示し、これらは図22に示すものと同じである。5は移動方向Dの前方に存在する異物を示す。摺動面3と突起 $2c_1$ の底面との間の距離（突起の高さ）として10ナノメートル(nm)が例示されている。この図では、突起 $2c_1$ の形状は左右対称であるとする。θは、摺動面と突起 $2c_1$ の移動方向に對向する面とのなす角度、F<sub>1</sub>は突起 $2c_1$ が液体4により受ける力の大きさを示す。

【0011】角度θが小さいと、液体4と突起 $2c_1$ との接触面が大きくなつてメニスカス（曲率半径R）が大きくなり、メニスカスが大きければ大きいほど、力F<sub>1</sub>が大きくなつてスティッキングが生じ易くなる。又、角度θが小さいと、異物5は図23に矢印Bで示すように摺動面3と突起 $2c_1$ との間のくさび状のすきまにぶつかりながら吸い込まれ、噛み込まれ易くなるのは明らかである。結局、異物の噛み込み、および2つの摺動面のスティッキングが生じるのは、角度θが小さいことが原因であることを見出した。

【0012】ところで、図20～図22に示す従来の手段により形成される突起は、上記角度θが小さく（70度未満）、したがつて、必然的にメニスカスが大きくなるが、従来は、単に突起を形成するだけで満足し、角度θおよびメニスカスについては何等の考慮も払われていなかつた。本発明はこの点に着目してなされたものである。

【0013】即ち、本発明は、互いに摺動する摺動体の一方又は両方の摺動面上に多数形成される摺動体の摺動面微小突起において、前記摺動体の相対的移動方向に對向する前記各突起の面を摺動面に対して80～110度のうちの選定した角度に形成したことを特徴とする。

【0014】又、本発明は、上記の突起を、前記摺動面又はこの摺動面を形成するための基板の面に垂直に、微粉末、ワイヤ、柱状体、穴を開けた板体等のマスクを介して高速中性粒子線を照射して形成することを特徴とする。さらに、本発明は、前記摺動面に微粉末を散布し、高速中性粒子線を、前記摺動面に垂直な軸に対して傾け、かつ、当該軸まわりにすりこぎ状に回転させながら前記摺動面に照射して上記突起を形成することを特徴と

する。又、本発明は、前記摺動面上に高速中性子線でエッチングされ易い微粉末を散布し、当該高速中性粒子線を、前記摺動面に垂直な軸に対して傾け、かつ、当該軸まわりにすりこぎ状に回転させながら前記摺動面に照射して上記突起を形成することを特徴とする。又、本発明は、前記摺動面又はこの摺動面を形成するための基板の面に、これに接触又は接近して配置された多数の平行なワイヤ又は柱状体を介して、高速中性粒子線を垂直に照射し、当該ワイヤ又は柱状体を取り去った後に、当該ワイヤ又は柱状体の方向にほぼ直交又は斜交する多数の平行なワイヤ又は柱状体を配置して再び高速中性粒子線を照射することを特徴とする。

#### 【0015】

【作用】摺動体の相対的移動方向に対向する各突起の面を摺動面に対して80～110度の角度のうちのいずれかの角度に形成したことにより、異物は摺動面と突起との間に噛み込まれることはなく、突起の面に押されながら突起とともに移動するだけである。即ち、この凹部は異物のポケットの役目をする。又、メニスカスが小さくなり、従来のパラメータである突起高さ、突起量、潤滑液厚み、湿度を変えなくてもスティッキングを防止することができる。即ち、スティッキングを防止する新たな制御パラメータを得たことになる。このため、当該角度を80度～110度に形成することで潤滑液を厚くしてスティッキングを生じさせずに摩耗を防ぐことができる。又、逆に、当該角度でメニスカスを制御することにより、2つの摺動面に挟まれた空間に存在する空気の圧力による2つの摺動面を遠ざけようとする力と、メニスカスで生じる2つの摺動面を近づけようとする力とが釣合い、自動的に両者のナノメートルオーダのすきま量を調節することも可能となる。

#### 【0016】

【実施例】以下、本発明を図示の実施例に基づいて説明する。図1は本発明の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の断面図である。この図で、1は図20に示すものと同じ磁気ディスクの基板、12は基板1の面、12a、12bは基板1に形成された突起である。なお、前述のように、磁気ディスクは基板1の上に磁性膜層、さらにその上に保護膜層が突起12a、12bに沿って形成され、当該保護膜層が摺動面となる。突起12a、12bの高さは例えば10nm、幅は例えば1μmとされ、基板1の相対的移動方向Dに対向する突起12a、12bの面12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>は摺動面（この場合、突起の頂面を実質的な摺動面と考えて差し支えない）に対して90度とされている。

【0017】図2は図1に示す突起12aと摺動面（スライダの面）3との関係を示す断面図である。この図で、4は液体、5は異物、Dは相対的移動方向を示し、これらは図24に示すものと同じである。この図にみられるように、本実施例では、突起12aの面12a<sub>1</sub>を

摺動面3に対して90度としたので、液体4と突起12aとの接触面が従来の突起に比較してはるかに小さくなり、したがってメニスカスも小さくなり、スティッキングを防止することができる。又、これにより、突起12aと摺動面3との間に異物5が入り込むのを防止することができる。

【0018】上記実施例では、基板1の相対的移動方向Dに対向する突起12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>の面12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>の角度を、摺動面3に対して90度とする例を挙げた。しかし、必ずしも90度である必要はなく80度～110度の範囲で面12a<sub>1</sub>、12b<sub>1</sub>の角度を選定することができる。これを図3に示す。図3は突起の断面図であり、図3の(a)は上記実施例の突起12a<sub>1</sub>(90度)の場合を示し、図3の(b)に示す突起12a<sub>101</sub>はその面12a<sub>101</sub>が摺動面に対して110度の場合、図3の(c)に示す突起12a<sub>102</sub>はその面12a<sub>102</sub>が摺動面に対して80度の場合を示す。いずれも突起の高さは10nmである。なお、図示のように、実際の突起は摺動面に対する角部に最大2nm程度の丸みが付くのを避けることはできないが、この程度の丸みは異物の噛み込みやメニスカスの形成には実質的に何等の影響もなく、又、当然ながら突起の根元部分についても異物の噛み込みやメニスカスの形成には何等の影響もない。そして、実際に問題となるのは、上記丸みに続く部分の面の角度である。さらに、現時点で最も微細形状を測定することができるのは、先端が尖鋭な触針を測定対象物体面に沿って移動させ、両者に作用する原子間力をを利用して測定する原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscope)であるが、これを用いても上記突起の面の角度を測定するのは困難である。しかし、実際の面の角度は、以下の実施例で述べる突起形成のために用いられる高速中性粒子線の照射角度により推定できる。

【0019】ここで、突起の面を80度～110度の範囲とした理由について説明する。図3の(b)の符号12a<sub>102</sub>は摺動面側の角部を示す。面12a<sub>101</sub>を図示の110度より大きくすると、角部12a<sub>102</sub>は急速にもろくなり、欠け易くなる。したがって、突起の面の角度は110度程度が限度である。又、実験によると、突起の面の角度を80度より小さくすると、異物の噛み込みおよびスティッキングの発生が許容し得る範囲を超えて大きくなるので、80度が限度である。

【0020】次に、上記実施例の突起を形成する方法を説明する。図4は本発明の第1の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。この図で、1は図1に示すものと同じ磁気ディスクの基板（ここではガラス）である。図4の(a)に示すように、基板1の上面10は平滑に研磨される。次に、(b)に示すように、上面10に直径1μmの粉末13（後述する

高速中性粒子線によってはエッチングされず、マスクと

して機能するもので、例えば樹脂が使用される。) を散布し、その上からSF<sub>6</sub>の高速中性粒子線を1分間照射する。ここで、高速中性粒子線は、Fast Atom Beam (FAB) と呼ばれ、高速、中性、直進を特徴とするビームであり、イオンでなく中性であるため絶縁体に対してもエッチングを行うことができる。なお、FABは直進性も良好であり、例えば、ある部分をマスクして、その他の部分をエッチングすると、そのマスク周辺に形成された側壁は、FABの照射方向に直交する面に対して90度±1度の面に形成される。

【0021】高速中性粒子線によりエッチングされた凹部の面積は、平滑面10の面積の95%になるように粉末13を散布してある。これにより、図1に示すものと同じ突起12a、12bが形成される。次に、粉末13を洗い落した後、これら突起の上に、各突起の形状に沿って磁性膜15を形成し、その上に、潤滑と酸化防止の保護膜の機能を有するカーボン層16が形成される。これにより、磁気ディスクが完成する。基板1の相対的移動方向に対向する突起12aの面の摺動面に対する角度は90度であり、カーボン層16の当該面の角度もこれに従う。以下、第2～第4の実施例の方法により形成される突起の面の角度についても同じである。このように角度を90度にすることは、高速中性粒子線を用いることにより初めて可能になるのであって、従来の方法では、このように突起の面の角度として90度の角度を得ることはできない。なお、上記の例では、マスクとして微粉末13を用いる例について説明したが、それ以外に、針状纖維、平板等の細片、食塩等のイオン結晶のような物質を用いることができる。

【0022】図5は本発明の第2の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。この図で、図4に示す部分と同一又は等価な部分には同一符号を付して説明を省略する。本実施例では、(a)に示すように、最初に平滑な基板1に磁性膜15と保護膜層16(ここではカーボン)が形成される。この状態で、(b)に示すように、カーボン層16から離れてマスクとしてワイヤ14、例えば極細ピアノ線が並列に配置され、その上からO<sub>2</sub>の高速中性粒子線が照射される。この結果、(c)に示すように、カーボン層16に直接突起16a<sub>1</sub>～16a<sub>4</sub>が形成される。16aはこの磁気ディスクの摺動面を示す。なお、上記の例ではワイヤ14をカーボン層16から離して配置する例を挙げたが、ワイヤ14をカーボン層16に接触させて配置してもよい。又、ワイヤの断面は円形に限らず、方形、楕円形、台形、その他の形状であってもよい。

【0023】図6は本発明の第3の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。この図の(a)で、20は磁気ヘッド(ここではセラミクス)、21はスライダ、21aは図示しない磁気ディスクとの摺動面となるスライダ21の平滑な曲面を示す。

この曲面はクラウンと称するもので、例えば25nmの高さの曲面である。図4および図5に示す例では磁気ディスクに突起を形成する場合を例示したが、本実施例ではスライダに突起を形成する。まず、(b)に示すように、磁気ヘッド20とスライダ21を逆さまにした状態でマスクとしてワイヤ23を曲面21aから離して並列に配置し、その上から高速中性粒子線を照射する。これにより、(c)に示すように、スライダ21の曲面21aに突起21b<sub>1</sub>、21b<sub>2</sub>、21b<sub>3</sub>、………が形成された摺動面21bとなる。なお、第2の実施例の場合と同じく、ワイヤ23は曲面21aに接して配置してもよいし、又、ワイヤ23の断面は円形に限らず、方形、楕円形、台形、その他の形状であってもよい。

【0024】上記第2および第3の実施例においては複数のワイヤ14、23の平行な配列を用いる例について説明したが、ワイヤ14、23に代えて柱状体を用いることもできる。これを図7に示す。図7は柱状体群の斜視図である。図で、14A(23A)は柱状体群、14A<sub>1</sub>は柱状体群14A(23A)の基部、14A<sub>2</sub>は各柱状体を示す。各柱状体14A<sub>2</sub>は互いに平行に配置されている。このような柱状体14A<sub>2</sub>をワイヤ14、23に代えて用いても第2および第3の実施例と同様の突起を得ることができる。なお、図7に示す柱状体14A<sub>2</sub>は断面形状が方形であるが、断面形状を円形、楕円形、台形、その他任意の形状とすることができる。又、図示の柱状体群14A(23A)は後述する図13又は図14で説明する方法で作ることもできる。

【0025】図8は本発明の第4の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。本実施例では、磁気ヘッドのスライダ上の保護膜であるカーボン層26に突起を形成する方法である。さきの各実施例における突起がそれぞれ孤立した突起であるのに対して本実施例の方法により形成される突起は互いに連続した突起である。(a)に示すように、磁気ヘッドはカーボン層26と、一括して符号25で示されるその下のスライダとで形成される。(b)に高速中性粒子線を照射する場合のマスクとして使用されるマトリックス状のワイヤを示す。(c)に示すように、カーボン層26から離れてマトリックス状のワイヤ28が配置され、その上からO<sub>2</sub>を用いた高速中性粒子線FABが15秒間照射される。この結果、(d)に示すように、カーボン層26に直接、連続したカーボンの突起26aが形成される。相対的移動方向Dはエッチングされたます状の凹部の対角線上になるようにマスクを配置してある。なお、第2、第3の実施例と同じく、マトリックス状のワイヤ28はカーボン層26に接して配置してもよい。又、ワイヤ28の断面は円形に限らず、方形、楕円形、台形、その他の形状であってもよい。さらに、マトリックス状のワイヤ28は、最初からマトリックス状としておく必要はなく、最初に平行なワイヤ群を配置し、その上にこ

れと90度方向の平行なワイヤ群を重ねてマトリックスを形成してもよい。

【0026】上記図8に示す実施例では、ワイヤ28によりマトリックスを形成する例について説明した。しかし、マトリックスはワイヤ以外によっても形成することができる。ワイヤ以外のマトリックス、および突起を形成する点でマトリックスと等価な機能を有する穴を開いた板体のマスク（以下、このようなマスクもマトリックスと称する）の例を図9～図12に示す。図9には基板に多数の方形の穴があけられたマトリックス28A、図10には基板に多数の6角形の穴があけられたハニカム形状のマトリックス28B、図11には基板に多数の円形の穴があけられたマトリックス28C、図12には基板に多数の菱形の穴があけられたマトリックス28Dが示されている。穴の形状はこれら図示の形状以外の形状を任意に選択することができる。

【0027】上記図9～図12に示すマトリックスの製造方法の例を図13および図14を参照して簡単に説明する。図13は例えば図9に示すマトリックス28Aの製造方法を示す図である。この図で、Sは基板、Rはレジストである。図13の(a)に示すように、最初に基板S上にレジストRが塗布される。次いで、(b)に示すように、フォトリソグラフィーの手段により、レジストRから方形の穴に対応する部分が除去される。次に、(c)に示すようにエッティング手段により、基板SのレジストRが除去された方形の穴に対応する部分が除かれる。最後に、レジストRを除去することにより図9に示すマトリックス28Aを得ることができる。

【0028】図14は例えば図10に示すマトリックス28Bの製造方法を示す図である。この図で、Sは基板、Eは伝導層、Rはレジストである。図14の(a)に示すように、基板S上に伝導層Eが成膜される。次に(b)に示すように、伝導層Eの上にレジストRが塗布される。次に(c)に示すように、フォトリソグラフィーの手段により、レジストRから6角形の穴に対応する部分が除去される。次に(d)に示すようにエッティング手段により伝導層EのレジストRが除去された6角形の穴に対応する部分が除かれ、さらに、残りのレジストRが除かれる。次に(e)に示すように、残った伝導層Eを用いて厚いメッキ層Mが施される。次に(f)に示すように、伝導層Eをエッティングするが、基板Sとメッキ層Mとをエッティングしないという作用をもつエッティング液の中に含浸して、伝導層Eを除去する。このとき、基板Sから離れて浮き上がったメッキ層Mが、マトリックス28Bにあたる。なお、図7に示す柱状体群14A(23A)も図13又は図14に示す方法で製造することができるのは明らかである。

【0029】図15は本発明の第5の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。さきの各実施例の方法が90度の面を形成する方法である

のに対して、本実施例では、90度を超える角度の面を形成する方法を提供する。この図は第2の実施例と同じで、1は磁気ディスクの基板、15は磁性膜、16はカーボン層である。このような(a)に示す磁気ディスクの表面に、(b)に示すように粉末13(マスク)を散布し、その上から高速中性粒子線を照射する。この場合、高速中性粒子線の線源20は、磁気ディスクの面に垂直な軸19に対して所定角度傾けられており、かつ、軸19のまわりをすりこぎ状に回転しながら高速中性粒子線をカーボン層16上に照射する。線源20が二点鎖線位置にあるときの高速中性粒子線が実線で示され、他の位置にあるときの高速中性粒子線が破線で示されている。この方法により、カーボン層16には(c)に示すように、摺動面に対して90度より大きい角度の立上がり面を有する突起16bが形成される。

【0030】図16は本発明の第6の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。この図で、16は磁気ディスクのカーボン層、30は高速中性粒子線でエッティングされる粉末、例えばカーボンの粉末である。(a)に示すように、カーボン層16の上に粉末30を散布し、その上から高速中性粒子線を照射する。所定時間照射すると(b)に示すように、カーボン層16には突起16a<sub>1</sub>が形成されるが、粉末30も高速中性粒子線の照射にさらされるため、その径が減少する。減少した径の粉末30が符号30a<sub>1</sub>で示されている。(b)に示す状態で再び高速中性粒子線を照射すると、粉末の径が減少しているため、(c)に示すように突起16a<sub>1</sub>の上にさらに突起16a<sub>2</sub>が形成され、粉末30の径はさらに減少して粉末30a<sub>2</sub>となる。このように積み重ねられる各突起の段差を小さくするように高速中性粒子線FABの照射時間又は照射量、或は両方を調整すると、(d)に示すように突起は実質的に円錐形状となり、粉末30は微小な径の粉末30a<sub>n</sub>となる。さらに照射を続けると粉末30a<sub>n</sub>は消滅する。結局、摺動面に対して90度より小さい角度の面を得ることができ、しかも、図4に示す実施例におけるような面倒な粉末の洗い落し工程を省くことができる。又、上記の方法と図15に示す高速中性粒子線の照射に角度をつける方法とを同時に実施すると、摺動面に対して90度の面を得ることができるのは容易に理解できる。

【0031】以上の実施例の説明では、突起を磁気ディスク又はスライダの表面に形成する例について説明した。しかし、このような突起の形成は、磁気ディスクやスライダに限ることではなく、例えば光磁気ディスクやその他の部材にも適用できる。他の部材への適用例としてすべりラジアル軸受けへの適用を図17に示し、スラスト軸受けへの適用を図18に示す。

【0032】図17は本発明の第7の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。こ

の図で、33は鋼材のブロック、34はブロック33に明けられた貫通孔である。貫通孔34には図示しない回転軸が挿入される。(a)に示すように、ブロック33は回転軸の軸受となり、貫通孔34の内面は軸受面となる。次に、(b)に示すように貫通孔34の内面に対向してワイヤ36を並列状に配置し、(c)に示す高速中性粒子線の線源38を貫通孔34に挿入して貫通孔34の内面に高速中性粒子線を照射する。この照射は、線源38の軸38aを貫通孔34に挿入し、これを回転させて高速中性粒子線の放射面を、回転させながら、かつ、貫通孔34の軸方向に移動させながら行う。この結果、(d)に示すように、貫通孔34の内面には摺動面に対して90度の面をもつ突起39が形成される。

【0033】図18は本発明の第8の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を示す断面図である。この図で、43は鋼材のブロックより成るスラスト軸受を示す。このスラスト軸受の摺動面43aに放射状にワイヤ44を配置し、その上から高速中性粒子線を照射することにより、摺動面43aには突起が形成される。形成された突起の図示は省略する。

【0034】図19は本発明の他の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の斜視図である。これまで説明した実施例は1段の摺動面微小突起およびその形成方法についての実施例である。なお、図16に示す微小突起は微細に見ると多段であるが、実質的には1段である。しかし、微小突起は1段に限ることはなく、多段であっても差し支えない。図19は、図8に示すカーボン層26に2段の微小突起を形成した場合の図である。図19で、26は図8に示すものと同じカーボン層、26bはカーボン層26に形成された突起を示す。突起26aは多数の大突起26b<sub>1</sub>と多数の小突起26b<sub>2</sub>で構成されている。

【0035】図8に示す突起26aはマトリックス状のワイヤ28をマスクとして形成される。これに対して本実施例の突起26bは、上記マトリックス状のワイヤ28のうち一方向に平行な多数のワイヤのみを配置して高速中性粒子線を照射し、その後、当該配置された多数のワイヤを除去して、他方向に平行な多数のワイヤを配置して再び高速中性粒子線を照射することにより得られる。図19に示す突起26bの場合は、最初に、矢印Y方向に平行なワイヤをマスクとして高速中性粒子線を照射し、次いでそれらのワイヤを取り去った後、矢印X方向(Y方向にほぼ直交又は斜交する方向)に平行なワイヤをマスクとして高速中性粒子線を照射する。

【0036】このように、微小突起を2段とすることにより、突起26b<sub>1</sub>のような多数の独立突起(隣の突起と摺動面がつながっていない突起)を、図4に示す粉末13をマスクとして用いなくても作成することができる。即ち、図7に示す柱状体群14Aをマスクとして用いると、図7に示すような連続突起ができるが、2回工

ッティングすることにより独立突起も作成することができる。

#### 【0037】

【発明の効果】以上述べたように、本発明では、摺動面に形成する突起における相対的移動方向に對向する面を、80度～110度のうちのいずれかの角度に選定したので、異物の噛み込みを抑え、かつ、ステッキングを防止することができる。又、本発明では、高速中性粒子線を用いることにより初めて、上記角度の面を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の断面図である。

【図2】図1に示す突起と摺動面との関係を示す断面図である。

#### 【図3】突起の面の角度を示す断面図である。

【図4】本発明の第1の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図6】本発明の第3の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

#### 【図7】平行な柱状体のマスクの斜視図である。

【図8】本発明の第4の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

#### 【図9】マトリックス状のマスクの斜視図である。

【図10】マトリックス状のマスクの斜視図である。

【図11】マトリックス状のマスクの斜視図である。

【図12】マトリックス状のマスクの斜視図である。

【図13】図9に示すマスクの製造方法を説明する図である。

【図14】図10に示すマスクの製造方法を説明する図である。

【図15】本発明の第5の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図16】本発明の第6の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図17】本発明の第7の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図18】本発明の第8の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の形成方法を説明する図である。

【図19】本発明の他の実施例に係る摺動体の摺動面微小突起の斜視図である。

【図20】従来の摺動体の摺動面微小突起の断面図である。

【図21】従来の摺動体の摺動面微小突起の断面図である。

【図22】従来の摺動体の摺動面微小突起の断面図である。

【図23】図20～図22に示す突起と摺動面との関係

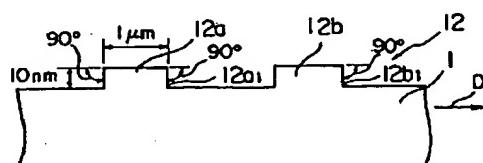
を示す断面図である。

【図24】図22に示す突起と摺動面との関係を示す断面図である。

【符号の説明】

【図1】

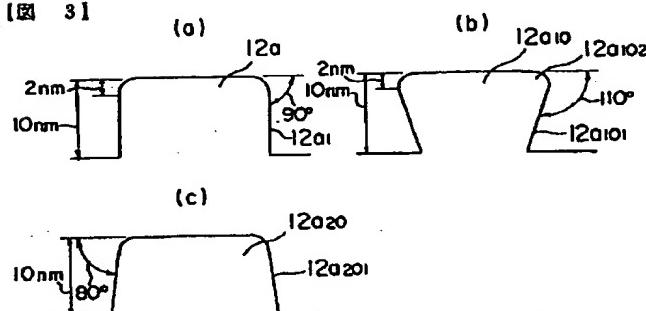
【図1】



1: 基板  
12a, 12b : 突起  
12: 上面  
12a<sub>1</sub>, 12b<sub>1</sub>: 面

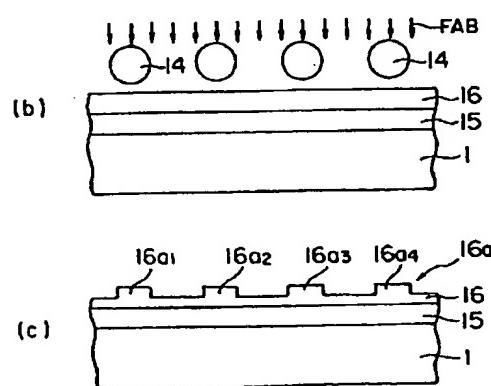
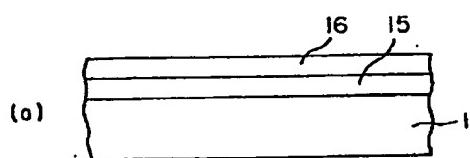
【図3】

【図3】



【図5】

【図5】



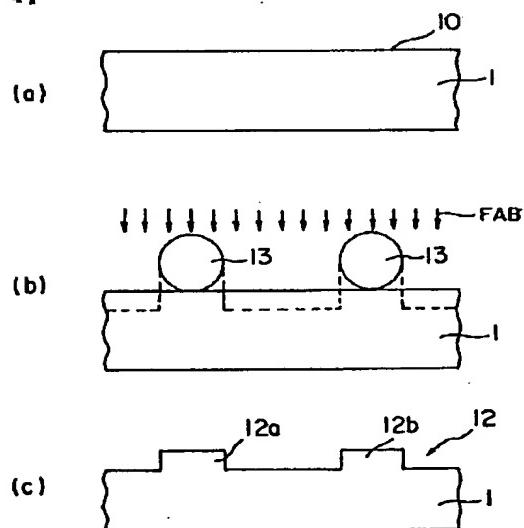
【図2】

1 基板  
12 上面  
12a, 12b 突起  
12a<sub>1</sub>, 12b<sub>1</sub> 面

【図2】

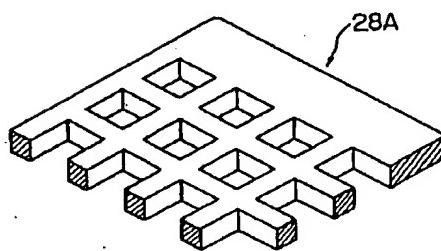


【図4】



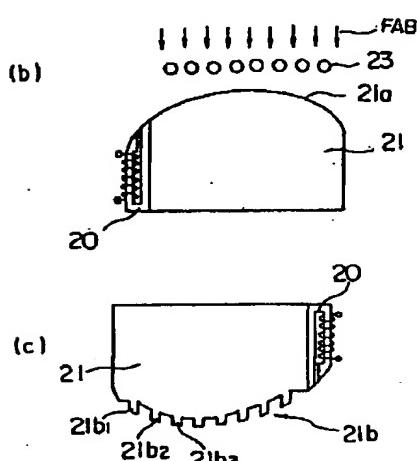
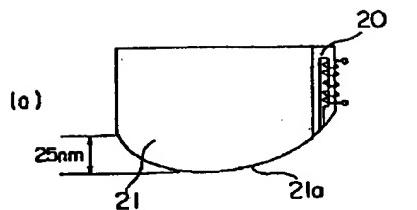
【図9】

【図9】



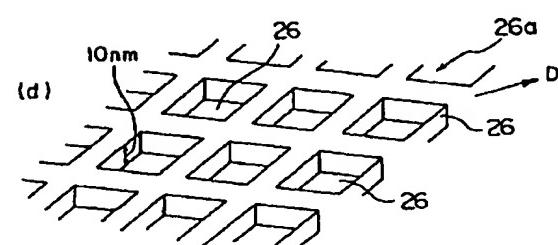
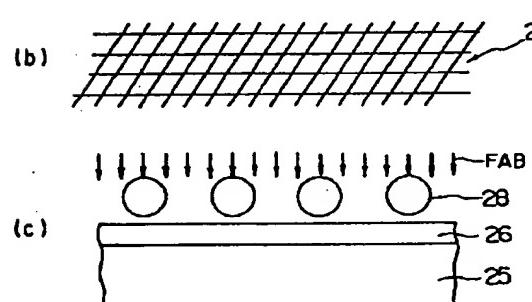
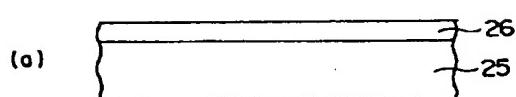
【図6】

【図6】



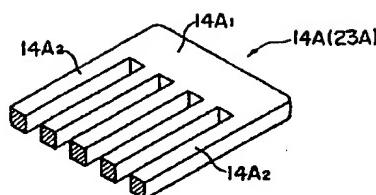
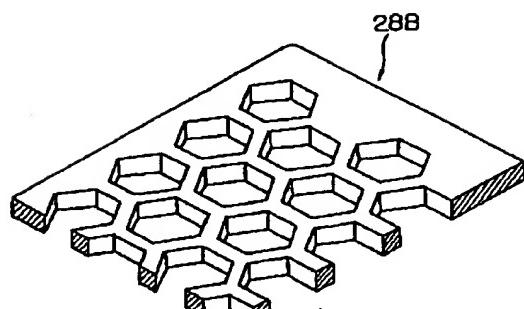
【図8】

【図8】

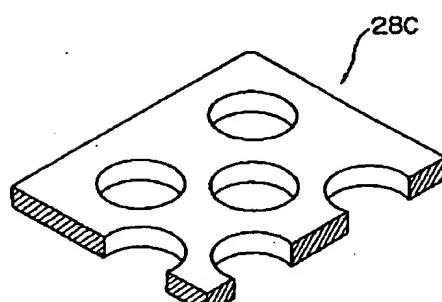


【図7】

【図7】

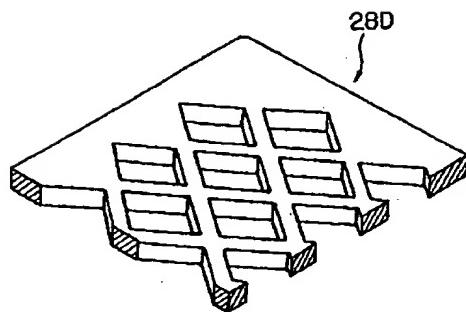
【図10】  
【図10】

【図11】



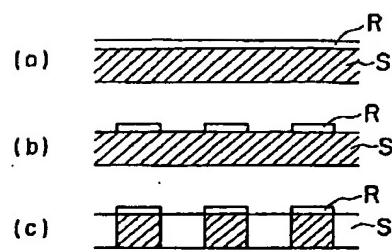
【図12】

【図12】



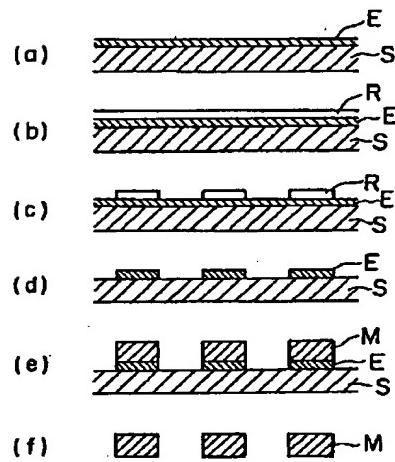
【図13】

【図13】



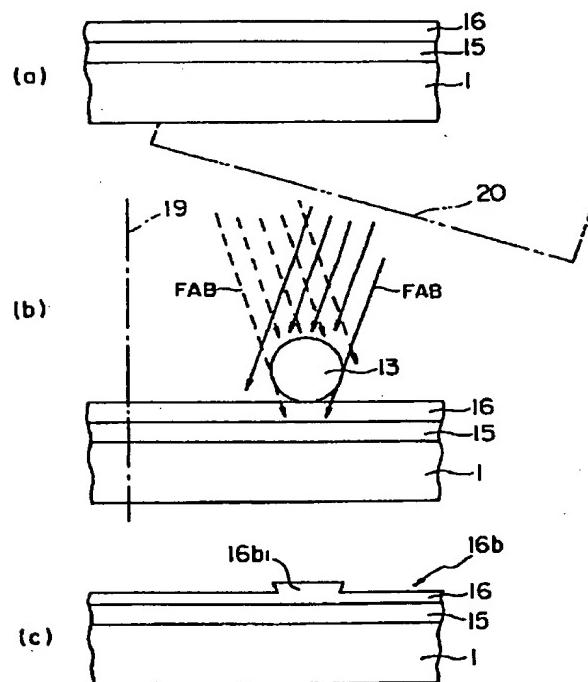
【図14】

【図14】



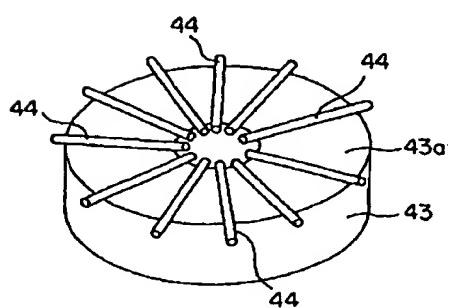
【図15】

【図15】



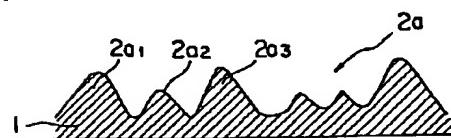
【図18】

【図18】



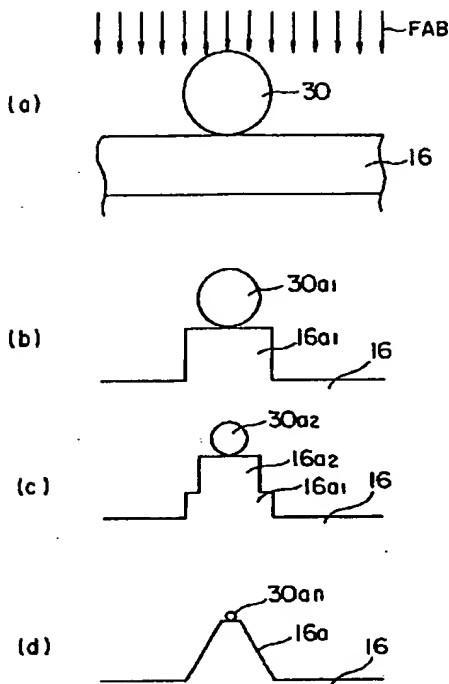
【図20】

【図20】



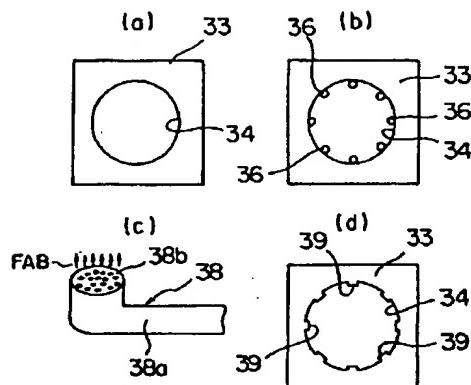
【図16】

【図16】



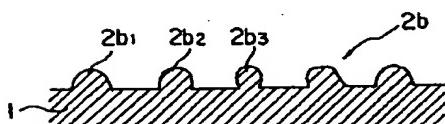
【図17】

【図17】



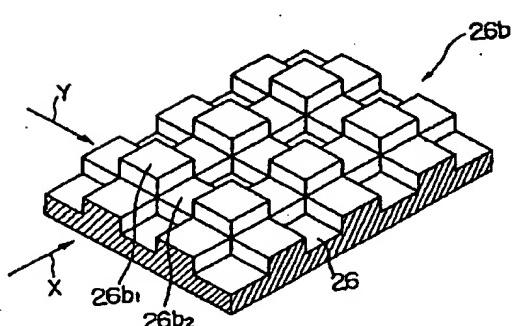
【図21】

【図21】



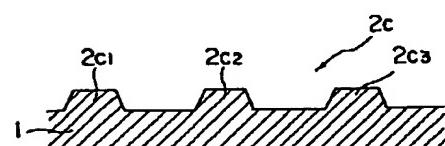
【図19】

【図19】



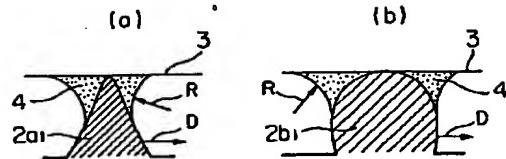
【図22】

【図22】



【図23】

【図23】



【図24】

【図24】

